



47  
ANI

(19) RU (11) 2084000 (13) C  
(51) G 01 V 9/02, G 01 N 27/00

Комитет Российской Федерации  
по патентам и товарным знакам

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Российской Федерации

1

(21) 95100203/25 (22) 06.01.95  
(46) 10.07.97 Бюл. № 19

(72) Августыняк О.В., Зотов А.В., Калинин  
Н.Д., Купер В.Я., Липатов О.А., Малыхин  
С.Н., Рот А.А., Рубцов М.Г., Солодов И.Н.

(71) Товарищество с ограниченной ответ-  
ственностью "ТИАЛС" Отделение геологии,  
редких металлов и радиогеоэкологии ин-  
ститута геологии рудных месторождений,  
петрографии, минералогии и геохимии РАН

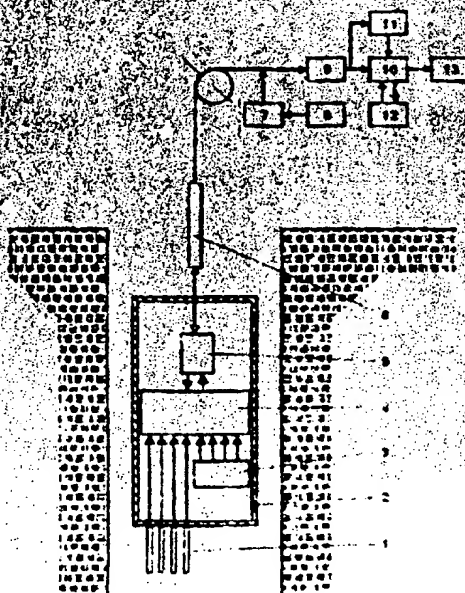
(73) Товарищество с ограниченной ответ-  
ственностью "ТИАЛС" Отделение геологии,  
редких металлов и радиогеоэкологии ИГЕМ  
РАН

(56) Авторское свидетельство СССР №  
864089 кл. G 01 N 27/00, 1981

(34) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВА-  
НИЯ ВОД В СКВАЖИНАХ

2

(57) Использование: для дистанционного  
измерения параметров водной среды, в  
частности для измерения температуры, гид-  
ростатического давления, удельной электро-  
проводности, водородного показателя pH,  
окислительно-восстановительного потенциала  
Eh, содержания растворенного кислорода,  
концентраций различных ионов водной среды  
в скважинах. Сущность изобретения: устрой-  
ство содержит погружной зонд и наземный  
блок, соединенные каротажным кабелем, для  
повышения точности измерений и расшире-  
ния функциональных возможностей устрой-  
ства в погружной зонд введен блок  
формирования тестов, а в наземный блок  
введены блок идентификации, вычислитель-  
ное устройство и блок хранения параметров.  
1 з.п. ф-лы, 1 ил.



Изобретение относится к устройствам для дистанционного измерения параметров водной среды, в частности, для измерений температуры, гидростатического давления, удельной электропроводности, водородного показателя pH, окислительно-восстановительного потенциала Eh, содержания растворенного кислорода, концентраций различных ионов водной среды в скважинах.

Известно устройство для исследования терминальных вод в скважинах, состоящее из погружного зонда, содержащего датчики, передающий многоканальный преобразователь и стабилизатор напряжения, наземного блока, содержащего источник тока, приемный преобразователь, устройство индикации и регистрации, одножильного каротажного кабеля, соединяющего погружной зонд с наземным блоком.

Однако устройство не позволяет производить точные измерения таких параметров водной среды как температуры, гидростатическое давление, удельная электропроводность, т.к. при получении результатов измерений не учитываются нелинейные индивидуальные функции преобразования соответствующих измерительных каналов и их изменения во времени под действием дестабилизирующих факторов (измерений температуры окружающей среды, напряжения и т.п.). Кроме того, в указанном устройстве отсутствует возможность изменения набора измеряемых параметров воды (например, в случае различия в составах водных растворов в разных скважинах) и автоматического учета индивидуальных параметров смесных датчиков.

В устройство, состоящее из погружного зонда, содержащего блок датчиков, подключенных к входу передающего многоканального преобразователя, соединенного со стабилизатором напряжения, наземного блока, содержащего источник тока, вход которого подключен к выходу блока питания, а выход - к входу приемного преобразователя, в устройство индикации и регистрации, одножильного каротажного кабеля, соединяющего стабилизатор напряжения погружного зонда с выходом стабилизатора тока наземного блока, введены блок формирования тестов, выходы которого подключены к другим входам передающего многоканального преобразователя, блок идентификации, вход которого подключен к выходу приемного преобразователя, и вычислительное устройство, один вход которого соединен с выходом приемного преобразователя, другой - с

выходом блока идентификации, а выход - с устройством индикации и регистрации.

Кроме того, в устройство дополнительно введен блок хранения параметров, соединенный с вычислительным устройством.

Повышение точности измерений и расширение функциональных возможностей (расширение перечня параметров воды, измеряемых с высокой точностью, включая такие параметры как температуры, гидростатическое давление, удельная электропроводность, водородный показатель pH, окислительно-восстановительный потенциал Eh, содержание растворенного кислорода, концентрации ионов нитратного азота, аммонийного азота, натрия, сульфидной серы и др.) достигается за счет проведения дополнительных измерений специально сформированных величин - тестов, создаваемых блоком формирования тестов, определения параметров функции преобразования (линейной или нелинейной) каждого измерительного канала в текущий момент с помощью блока идентификации и использования этих параметров для вычисления значений всех измеряемых величин с помощью вычислительного устройства. Кроме того, расширение функциональных возможностей достигается за счет введения блока хранения параметров всех применяемых датчиков, что обеспечивает возможность быстрого изменения набора измеряемых величин.

Устройство для исследования вод в скважинах изображено на чертеже.

Погружной зонд представляется собой корпус 2, на котором установлены датчики 1 и в котором размещены блок формирования тестов 3, многоканальный передающий преобразователь 4 и стабилизатор напряжения 5. Зонд соединен с наземным блоком одножильным каротажным бронированным кабелем 6.

Наземный блок включает в себя стабилизатор тока 7, блок питания 8, приемный преобразователь 9, вычислительное устройство 10, блок идентификации 11, блок хранения параметров 12, устройство индикации и регистрации 13.

В изготовленном экземпляре устройства для исследования вод в скважинах погружной зонд имеет титановый корпус диаметром 65 мм. Набор используемых датчиков включает в себя датчики температуры, гидростатического давления, удельной электропроводности, растворенного кислорода, электроды pH, Eh, сравнения, различные ионоселективные электроды ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , Na,  $\text{H}_2\text{S}$ , Cu и др.). Устройство имеет 8 измерительных каналов

(т.е. одновременно измеряются 3 параметров водной среды), в том числе каналы температуры, гидростатического давления, удельной электропроводности, растворенного кислорода и 4 потенциометрических канала, каждый из которых может быть использован для измерений pH, Eh и концентраций различных ионов с помощью ионоселективных электродов.

В качестве датчика температуры применен платиновый термопреобразователь сопротивления с малой инертностью, в качестве датчика давления - тензопреобразователь давления типа "кремний на сапфире", в качестве датчика удельной электропроводности - четырехэлектродная кондуктометрическая ячейка, в качестве датчика растворенного кислорода - датчик Кларка, в качестве датчиков концентраций различных ионов - ионоселективные электроды.

В многоканальном передающем преобразователе выходной сигнал каждого датчика преобразуется в унифицированный сигнал - последовательность импульсов с частотной модуляцией. При этом на выходах потенциометрических каналов используются усилители напряжения с высоким входным сопротивлением, а на выходе канала растворенного кислорода - преобразователь тока в напряжение. Далее чисто частотно-модулированный сигнал преобразуется в цифровой код путем помехоустойчивого преобразователя с усилением.

Цифровой код с выхода многоканального передающего преобразователя поступает на стабилизатор напряжения, который обеспечивает не только электрическое питание погружного зонда, но и последовательную передачу кодов по одножильному каротажному кабелю. Преобразование в код сигналов различных датчиков и передача этих кодов по кабелю производится также последовательно.

Кроме поочередного опроса датчиков, в многоканальном передающем преобразователе осуществляется поочередный опрос выходов блока формирования тестов.

Для различных измерительных каналов тесты формируются различным образом: для каналов с резистивными датчиками (температура, давление, удельная электропроводность) для формирования тестов используются прецизионные резисторы, для гидрохимических каналов - прецизионные стабилизаторы напряжения. Количество тестов для различных измерительных каналов различно и равно числу параметров используемой математической модели функции преобразования измерительного канала: для

линейной модели - 2 теста, для нелинейной модели (степенной полином второго порядка) - 3 теста. Линейные модели функции преобразования применены для гидрохимических каналов, а нелинейные модели - для каналов температуры, давления, удельной электропроводности. Необходимость применения нелинейных моделей определяется широкими диапазонами изменения указанных измеряемых величин в скважинах и высокими требованиями к точности их измерений.

Электрическое питание погружного зонда осуществляется от блока питания наземного блока через стабилизатор тока, что обеспечивает лучший (по сравнению с питанием от источника напряжения) режим работы электронных устройств зонда при изменениях электрического сопротивления каротажного кабеля.

Приемный преобразователь отделяет информационный сигнал, поступающий по кабелю, от напряжения питания и преобразует его к виду, удобному для ввода в вычислительное устройство и блок идентификации.

Блок идентификации использует результаты преобразований сигнала всех датчиков и тестов и с учетом вида математической модели функции преобразования каждого измерительного канала определяет значения параметров этой функции для каждого измерительного канала в текущий момент времени путем решения соответствующей системы уравнений. Полученные реальные параметры функций преобразования измерительных каналов вводятся в вычислительное устройство, которое, используя эти параметры, соответствующие математические модели измерительных каналов и индивидуальные параметры датчиков, вычисляет значения всех измеряемых величин.

Вычисленные значения измеряемых величин выдаются на устройство индикации и регистрации в виде именованных чисел в единицах измерения соответствующих величин.

Таким образом, учет индивидуальных (линейных и нелинейных) функций преобразования всех измерительных каналов, определение реальных параметров этих функций в момент проведения измерений и учет индивидуальных параметров датчиков позволили обеспечить высокую точность измерений, в частности отказаться от термостатирования многоканального передающего преобразователя в погружном зонде, что упростило конструкцию и снизило стоимость устройства.



В связи с тем, что при исследованиях различных скважин возникает необходимость изменения набора измеряемых величин, в устройстве предусмотрена возможность быстрой замены гидрохимических датчиков (рН, Eh, ионоселективных электродов). С этой целью в наземный блок дополнительно введен блок хранения параметров, соединенный с вычислительным устройством. В блоке хранения параметров хранятся индивидуальные параметры всех датчиков, которые могут быть использованы в устройстве. Оператор устанавливает необходимые датчики в погружном зонде и вводит в вычислительное устройство информацию о том, в каком измерительном канале какой датчик применим. При определении значений измеряемых величин вычислительное устройство автоматически использует индивидуальные параметры соответствующих датчиков, хранящиеся в блоке хранения параметров. Изменение сохраняемых значений параметров датчиков производится автоматически при их калибровке.

Для обеспечения высокой точности измерений в устройстве предусмотрены различные виды калибровок: полная и сокращенные. Полная калибровка производится для всех датчиков и измерительных каналов в лабораторных условиях с использованием необходимых технических средств (образцовый водный термостат, образцовый манометр, образцовые растворы и др.).

Сокращенная калибровка производится только для гидрохимических измерительных каналов в полевых условиях и позволяет, не применяя сложное специальное оборудование, определять наименее стабильные параметры гидрохимических датчиков. Так полная калибровка рН-электрода и ионоселективного электрода позволяет, используя 3 образцовых раствора, определить 3 параметра функции преобразования каждого электрода (чувствительность и две координаты изопотенциальной точки). При сокращенной калибровке часть параметров гидрохимических датчиков определяется путем калибровки в полевых условиях, а для остальных параметров используются значения, полученные при полной калибровке.

Сокращенная калибровка имеет две разновидности: двухпараметровую и однопараметровую. Двухпараметровая сокращенная калибровка гидрохимических датчиков производится по двум образцовым растворам, а однопараметровая - по одному образцовому раствору, ис зонд с электродами, погруженными в образцовый раствор, опускается в скважину на ту же глубину, на которой производятся измерения, а образцовый раствор определяется от окружающей среды гибкой мембраной.

При любом виде калибровки параметры датчиков и измерительных каналов определяются автоматически и записываются в блок хранения параметров.

Изготовленный экземпляр устройства прошел лабораторные исследования и натуральные испытания на различных скважинах. Метрологические исследования, проведенные в Поволжском центре стандартизации и метрологии (г.Самара), показали, что устройство имеет следующие погрешности измерений: температуры  $0,01^{\circ}\text{C}$  в диапазоне  $0-60^{\circ}\text{C}$ ; гидростатического давления  $0,15\%$  (приведенная погрешность); удельной электропроводности  $0,0005\text{ См/м}$  в диапазоне  $0,005-1\text{ См/с}$ ; содержания растворенного кислорода  $0,3\text{ мг/л}$  в диапазоне  $0-20\text{ мг/л}$ ; Eh  $1\text{ мВ}$  в диапазоне  $-500 - +1800\text{ мВ}$ ; рН  $0,05\text{ ед. рН}$ ; активностей различных ионов  $0,05-0,1\text{ лог ед.}$

Натуральные испытания и производственная эксплуатация устройства на скважинах в Челябинской области показали, что по сравнению с известными устройствами для исследования вод в скважинах оно обладает более широкими функциональными возможностями, более высокой точностью измерений, удобством выполнения измерений и калибровки, оперативностью получения и обработки измерительной информации.

Предлагаемое устройство предназначено для исследований скважин путем гидрогеохимического каротажа, для экологического мониторинга подземных вод в скважинах, а также может быть использовано для исследований водной среды в открытых водоемах.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для исследования вод в скважинах, состоящее из погружного зонда, содержащего блок датчиков, подключенных к входу передающего многоканального преобразователя, соединенного со стабилизатором напряжения, наземного блока,

содержащего источник тока, вход которого подключен к выходу блока питания, а выход - к входу приемного преобразователя, и устройство индикации и регистрации, одножильного каротажного кабеля, соединяющего стабилизатор напряжения погружного зонда

с выходом стабилизатора тока наземного блока, *отличающемся* тем, что погружной зонд содержит блок формирования тестов, выходы которого подключены к другим входам передающего многоканального преобразователя, а наземный блок содержит блок идентификации, вход которого подключен к выходу приемного преобразователя, и вычислительное устройство, один вход которого

соединен с выходом приемного преобразователя, другой - с выходом блока идентификации, а выход - с устройством индикации и регистрации.

2. Устройство по п. 1, *отличающееся* тем, что оно дополнительно содержит блок хранения параметров, соединенный с вычислительным устройством.

---

Заказ *3412* Подписное  
ВНИИПИ, Рег. ЛР № 040720  
113834, ГСП, Москва, Раушская наб., 4/5

121873, Москва, Бережковская наб., 24 стр. 2.  
Производственное предприятие «Патент»